

一般廃棄物最終処分場の PFCs の水処理における実態調査結果

栗原 正憲 吉澤 正 大石 修 藤村 葉子 小島 博義

1 はじめに

PFOS が 2009 年 5 月に POPs 条約対象物質に追加され、有機フッ素化合物（PFCs）の環境動態に関する知見や発生源情報が必要となった。当センターのこれまでの調査の過程で一般廃棄物最終処分場の浸出水中にも PFCs が比較的高い濃度で検出されている。また PFCs は一般的な水処理工程（凝集沈殿、生物分解）では除去率が低く、活性炭による吸着が効果的であるとの報告¹⁾がある。そこで、同一地区の埋立時期が異なる 3 つの最終処分場の水処理施設について、浸出水中の PFCs 濃度および水処理過程での PFCs 処理の実態を調査したので報告する。

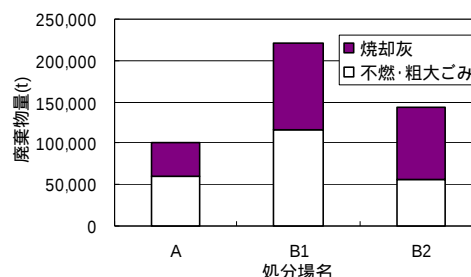


図 1 埋立物の組成

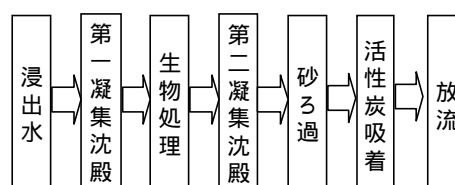


図 2 水処理フロー

2 方法

調査対象とした 3 つの最終処分場の概要を表 1 に示した。同じ地区から発生した一般廃棄物が 1980 年から現在にかけて A, B1, B2 の順に順次埋め立てられている。A, B1 はすでに埋め立てが完了しており、B2 は現在も埋め立てが進んでいる。主な埋立物の組成は図 1 に示したとおりであり、焼却灰と不燃・粗大ごみの破砕物が埋め立てられている。破砕物の詳細な内訳については把握していない。この 3 つの処分場の水処理は基本的な流れは同じで図 2 のフローのとおりである。表 2 に使用薬剤等を示した。活性炭は年 1 回、3 月に交換されている。そこで、活性炭交換直後の 2009 年 3 月（第 1 回）に浸出水と放流水 約 6 ヶ月が経過した 2009 年 9 月（第 2 回）、2010 年 3 月の活性炭交換の前後（第 3、4 回）に処理工程ごとに採水し、計 4 回の PFCs 濃度等の調査を行った。分析は固相カートリッジを用いて抽出し、LC/MS/MS で測定した²⁾。

表 1 最終処分場概要

処分場	A	B1	B2
埋め立て時期(年)	1980～1986	1986～1995	1995～
容積(m ³)	112,000	237,000	336,000
排水処理量(m ³)	平均:100 最大:300	平均:70 最大:300	平均:56 最大:265

表 2 使用薬剤等

	A	B1	B2
凝集剤	硫酸バンド	イズミフロックPF	塩化第二鉄
凝集助剤	アニオンポリマー	アニオンポリマー	アニオンポリマー
活性炭総量(kg)	900	1100	1200
活性炭方式	単塔	二塔直列	二塔直列

3 結果と考察

3・1 原水濃度

各最終処分場の水処理施設に流入する原水（浸出水）の分析結果を表 3 に示した。原水濃度は PFHxA, PFHpA, PFOA, PFNA が数十～2 千 ng/L 程度、PFOS 濃度は最大で 50ng/L であり、PFCAs(パーフルオロカルボン酸)が PFSA(パーフルオロスルホン酸)より高濃度の傾向にあった。

また、3 つの処分場の原水は PFCs の組成に差があり、埋立時期に含有される PFCs の組成が変化していると考えられた。A 処分場では PFNA 濃度が最も高く全体の 7 割以上を占め、次いで PFOA 及び PFHpA が高濃度であった。それに対して B1 処分場は PFNA が 6 割弱であり、B2 処分場では PFNA は 1 割と少なく PFOA が 5 割程度を占めていた。なお、処分場の切り替えとほぼ同時期にごみ焼却施設が廃止・新設されている。

表3 原水に含まれる PFCs 濃度 (ng/L)

	A			B1			B2		
	最低	最大	平均値	最低	最大	平均値	最低	最大	平均値
PFBA	N.D.	15	10	32	45	40	52	92	68
PFPA	19	26	24	31	53	44	45	96	65
PFHxA	24	33	28	47	79	63	73	160	110
PFHpA	130	180	150	210	500	310	60	120	89
PFOA	160	220	180	270	490	370	270	630	440
PFNA	970	2100	1300	910	1700	1200	68	119	89
PFDA	6.8	24	12	6.3	11	8.5	5.3	15	8.1
PFUnDA	15	106	40	18	30	23	<2.6	4.2	2.1
PFBS	<1.7	<1.7	<1.7	23	40	29	44	89	59
PFHxS	2.7	4.0	3.2	11	15	13	14	27	20
PFHpS	N.D.	N.D.	N.D.	<1.7	<1.7	<1.7	<1.7	<1.7	<1.7
PFOS	7	18	11	12	18	16	16	50	26

(N.D.: 検出下限値未満)

3・2 水処理工程ごとの濃度変化

第2回採水時の原水に対する残存率を図3に示した。PFCAsでPFOAより炭素数の短いものは活性炭処理までの水処理過程では明確な濃度低下は見られなかった。一方で、PFOAより炭素数の多いものは凝集沈殿による濃度低下が見られたが、第3、4回採水時には濃度低下は見られなかった。凝集沈殿や生物処理では安定したPFCsの除去はできないと考えられ、活性炭処理が有効と推察された。

活性炭除去率の経時変化を図4に示した。2010年3月の活性炭交換直後(0ヶ月)ではすべてのPFCsが除去率80%以上であった。約6ヶ月が経過した9月では炭素数の少ないPFCAsから除去率が低下し始め、PFCsでもPFHxSの除去率低下が見られ始めた。12ヶ月が経過すると、今回測定したすべてのPFCsの除去率は著しく低下しており、活性炭の破過が更に進行していた。PFOSもA及びB2の水処理における活性炭での除去率は50%を下回っていた。また、放流水のいくつかのPFCs濃度が活性炭処理原水より高くなり、活性炭からの再溶出が起こっていた。

4 結論

- 一般廃棄物処分場の浸出水から数十～2千ng/L程度のPFHxA, PFHpA, PFOA, PFNAが検出され、埋め立て時期によってその組成が異なっていた。
- PFCsの安定した除去には活性炭処理が有効である。

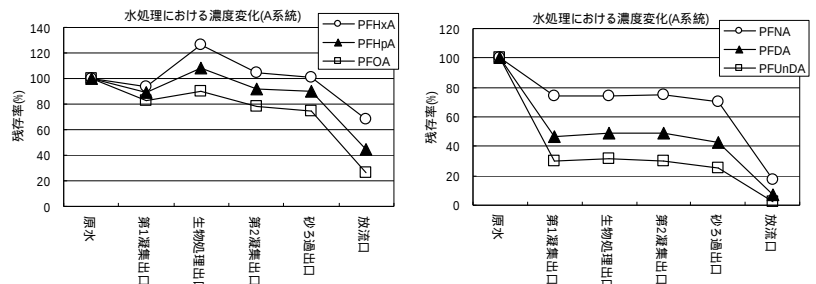


図3 水処理過程でのPFCs濃度の変化(2009年9月)

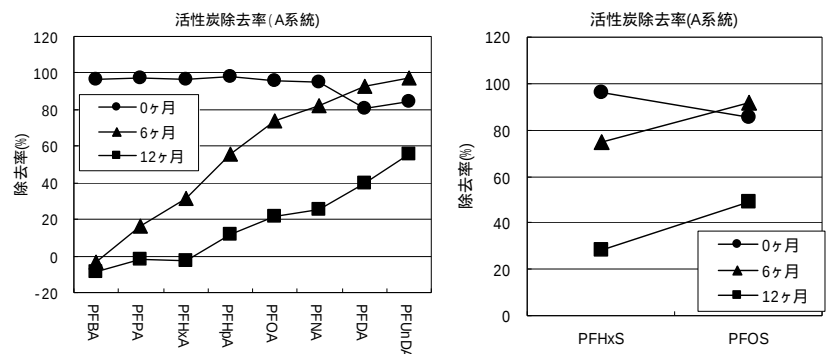


図4 活性炭の時間経過とPFCsの除去率

- 活性炭は使用時間につれて炭素鎖の短いPFCsから破過し、1年間でPFCsの除去率はほぼ50%以下にまで低下していた。

参考文献

- 八木正博, 山路章, 渋谷一郎, 第18回環境化学討論会講演要旨集, p558,559(2009)
- 清水明, 吉澤正, 半野勝正, 栗原正憲, 西野貴裕, 宇野健一, 第18回環境化学討論会講演要旨集, p540,541(2009)